Münster i/W. 1934. № 271 Med Diss.

Aus dem Pharmakologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)
Direktor: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund.

Ueber den Einfluss von Thyroxin auf die Sauerstoffzehrung überlebender Gewebe von artverschiedenen Tieren.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

vorgelegt von
Hubert Wulff, Zahnarzt
aus Buer (Westf.)

1934

Gedruckt in der Buchdruckerei Franz Grube, Werne a. d. Lippe

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Dekan: Prof. Dr. P. Esch

Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann

Korreferent: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster i. W.

Meiner Schwester Marianne
und meiner Kollegin
Fräulein cand. med. dent.
Maria Frye
gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555426_0254

Ueber den Einfluss von Thyroxin auf die Sauerstoffzehrung überlebender Gewebe von artverschiedenen Tieren.

In einer Arbeit D i c k e l's [1]) aus allerjüngster Zeit wurde zum ersten Mal der eindeutige Nachweis geführt, daß das Thyroxin in die Oxydationsvorgänge direkt eingreift. Eine Steigerung des Sauerstoffverbrauches durch Thyroxin tritt aber nur dann auf, wenn das Thyroxin in genügend großer Verdünnung zur Verwendung kommt. Die maximal steigernde Konzentration liegt für alle biologischen Oxydationsvorgänge in einem Konzentrationsbereich von 1.10^{-16} bis 1.10^{-14} von Thyroxin. In höheren Konzentrationen läßt die Förderungswirkung nach und schlägt in eine Hemmung um, die oft bereits bei 1.10^{-14} Thyroxin einsetzt. In Konzentrationen über 1.10^{-10} ist der Sauerstoffverbrauch immer vermindert. Da alle Voruntersucher in ihren Versuchen nur mit höheren Thyroxinkonzentrationen arbeiteten, die offenbar nicht mehr den physiologischen entsprechen, konnten sie dementsprechend auch keine Steigerung der Sauerstoffzehrung durch Thyroxin feststellen. Auf die recht umfangreiche Literatur braucht hier nicht eingegangen zu werden, da sie in der Arbeit von Dickel zusammengestellt ist. Dickel stellte seine Versuche an den Organen von Kaninchen, Hund, Meerschweinchen und Frosch an, also vorwiegend an Säugetierorganen.

In der vorliegenden Arbeit sollen die Versuche Dickel's ergänzt und auf die Organe von einer Reihe von artverschiedenen Tieren ausgedehnt werden. Geprüft wurde der Einfluß des Thyroxins auf die Sauerstoffatmung von acht artverschiedenen Tieren. Von Säugetieren wurden untersucht: Ratte und Katze, ferner ein winterschlafender Igel, von Vögeln: Taube und Huhn, von Reptilien, aus denen bekanntlich phylogenetisch die Vögel

[1]) H. Dickel: Inaugural-Dissertation Münster 1933.

hervorgegangen sind, und die man auch zusammen als Sauropsiden bezeichnet, Schlange (Ringelnatter), von Fischen: Karpfen und Goldfisch. Die Arbeit verfolgt besonders das Ziel, das Wirkungsmaximum des Thyroxins bei diesen artverschiedenen Tieren festzustellen, da sich in der Arbeit Dickel's gezeigt hatte, daß der stärkste Sauerstoffverbrauch selbst bei Verwendung verschiedener artgleicher Tiere nicht bei der gleichen Thyroxinkonzentration auftritt, sondern in einem Konzentrationsbereich von 1.10^{-16} bis 1.10^{-14} schwankt.

Versuchsserie I.

In den Versuchen der ersten Versuchsserie wurde die Thyroxinwirkung auf die Atmungsgröße überlebenden Gewebes von Säugetieren untersucht. Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 1—3 wiedergegeben. Um die Organe der Versuchstiere möglichst lange frisch zu erhalten, wurden sie auf Eis im Kühlschrank aufbewahrt, weil bei Zimmertemperatur die Fermenttätigkeit schnell erlischt.

Untersucht wurde der Sauerstoffverbrauch von Skelettmuskelgewebe und von Lebergewebe ohne weiteren Zusatz von Brennstoffen; von wichtigeren biologischen Oxydationsvorgängen die Oxydation der Glukose durch Herzmuskel, der Milchsäure und des Glykogens und der Bernsteinsäure durch Skelettmuskel. In den Bernsteinsäureversuchen wurde, nicht wie bisher, ausgewaschene Skelettmuskulatur verwendet, sondern die Bernsteinsäure dem zerkleinerten Muskel direkt zugefügt.

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, liegt das Optimum der Thyroxinwirkung in den beiden Katzenversuchen einheitlich bei einer Konzentration von 1.10^{-15} Thyroxin. Der Einfluß des Thyroxins ist bereits bei der schwächsten, von uns verwendeten Konzentration von 1.10^{-18} in allen Fällen angedeutet; die Steigerungen machen hier nur wenige Prozent aus. Die optimale Steigerung bei 1.10^{-15} ist in beiden Versuchen annähernd von der gleichen Größenordnung und beträgt maximal 47% gegenüber dem Kontrollversuch ohne Thyroxin. Bei der höchsten, von uns angewendeten Konzentration von 1.10^{-13} ist in einer Reihe von Versuchen — das gilt besonders für die Leber und Herzmuskelatur — der fördernde Einfluß des Thyroxins auf die Sauerstoffatmung verschwunden. Die Atmung vom Skelettmuskel dagegen ist, und das besonders stark in Versuch 2, noch

beträchtlich vermehrt. Aus den Versuchen geht hervor, daß die Organe desselben Tieres eine unterschiedliche Konzentrationsempfindlichkeit aufweisen.

Tabelle 1a: Katze

cmm 0_2 pro g u. Std.

Tier	Thyroxinkonzentrationen							Organ	Zusatz
	0,0	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
Katze 1	340	347	359	379	437	403	345	Leber	—
„	624	641	698	724	766	695	625	Herz	Glukose
„	345	364	396	426	469	419	369	Muskel	—
„	312	320	351	386	415	379	342	„	Laktat
„	358	378	417	456	491	444	392	„	Glykogen
Katze 2	244	249	268	289	325	291	253	Leber	—
„	280	310	329	353	393	359	336	Muskel	—
„	308	323	343	375	411	373	353	„	Laktat
„	315	347	374	434	461	409	362	„	Glykogen

Tabelle 1b: Katze

0_2 : % v. Kontrollversuch

Tier	Thyroxinkonzentrationen						Organ	Zusatz
	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
Katze 1	102	106	111	128	119	101	Leber	—
„	103	112	116	123	111	100	Herz	Glukose
„	105	115	123	133	121	107	Muskel	—
„	103	113	124	133	121	110	„	Laktat
„	105	116	127	137	124	109	„	Glykogen
Katze 2	102	110	119	133	119	104	Leber	—
„	111	117	126	140	128	120	Muskel	—
„	105	111	122	134	121	115	„	Laktat
„	113	119	138	147	130	115	„	Glykogen

Tabelle 2a: Ratte

cmm 0_2 pro g u. Std.

Tier	Thyroxinkonzentrationen							Organ	Zusatz
	0,0	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
Ratte 1	185	194	200	215	224	199	182	Leber	—
„	172	179	186	209	216	230	193	Muskel	—
„	160	162	168	180	194	207	179	„	Laktat
Ratte 2	209	224	238	249	264	232	220	Leber	—
„	193	206	213	239	249	236	226	Muskel	—
„	179	188	194	218	234	227	213	„	Laktat

Tabelle 2b: Ratte

0_2 : % v. Kontrollversuch

Tier	Thyroxinkonzentrationen						Organ	Zusatz
	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
Ratte 1	104	107	115	120	107	98	Leber	—
„	104	108	122	126	134	112	Muskel	—
„	101	105	113	121	129	112	„	Laktat
Ratte 2	107	114	119	127	111	105	Leber	—
„	107	110	124	129	122	117	Muskel	—
„	105	108	122	131	127	119	„	Laktat

In den beiden Rattenversuchen wird das Maximum der Thyroxinwirkung gleichfalls bei einer Konzentration von 1.10^{-15} erreicht. Lediglich im Versuch 1 ist dieses Maximum beim Muskel nach 1.10^{-14} verschoben. Es ist also hier die Leberatmung empfindlicher als die Muskelatmung. Leber und Muskel vom Kaninchen verhalten sich nach Dickel genau entgegengesetzt; beim Kaninchen sind beim Leber- und auch Herzgewebe

höhere Thyroxinkonzentrationen erforderlich, um die stärkste Steigerung der Sauerstoffzehrung auszulösen, als beim Skelettmuskel. In den Dickel'schen Versuchen liegt das Maximum für den Skelettmuskel bei 1.10^{-16}, für Leber und Herz dagegen bei 1.10^{-15} bzw. 1.10^{-14}. Bei einer Konzentration von 1.10^{-13} ist der Sauerstoffverbrauch von Lebergewebe von derselben Größenordnung wie im Kontrollversuch, d. h. der Thyroxineinfluß macht sich nicht bemerkbar. Beim Skelettmuskel dagegen ist die Sauerstoffzehrung erheblich angeregt. Die Organe von Ratte und Katze verhalten sich also in diesem Falle gleich. Das Gleiche gilt für die niedrigste, angewendete Konzentration von 1.10^{-18}. Der Einfluß des Thyroxins ist hier nur angedeutet.

Tabelle 3a: Igel

cmm 0_2 pro g u. Std.

Thyroxinkonzentrationen							Organ	Zusatz
0,0	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
548	586	611	627	642	728	571	Leber	—
784	830	868	886	935	1004	842	Niere	Glukose
542	594	627	653	680	712	615	Muskel	—
508	553	588	606	621	691	547	„	Laktat
1501	1690	1858	1896	1970	2185	1768	„	Bernsteinsäure

Tabelle 3b: Igel

0_2 : % v. Kontrollversuch

Thyroxinkonzentrationen						Organ	Zusatz
1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
107	112	114	117	133	104	Leber	—
106	111	113	120	128	107	Niere	Glukose
110	116	121	126	131	114	Muskel	—
109	116	119	122	136	108	„	Laktat
112	123	126	131	145	117	„	Bernsteinsäure

Von großem theoretischem Interesse ist die Untersuchung der Stoffwechselvorgänge von winterschlafenden Säugetieren, bei denen die für Säugetiere normale Körpertemperatur von 37° stark gesenkt ist, und die Stoffwechselvorgänge nur äußerst träge sind. Es war daher auch zu erwarten, daß die Größe der Sauerstoffzehrung der Gewebe sehr niedrige Werte aufweisen würde. Wie die Versuche an den Organen eines winterschlafenden Igels (Tabelle 3) zeigen, besteht diese Annahme nicht zu Recht; vielmehr beträgt der Sauerstoffverbrauch ungefähr das Dreifache der, für normale Säugetiere durchschnittlichen Werte von 100—200 cmm O_2 pro g und Std. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Versuche bei einer Thermostatentemperatur von 30° angestellt wurden, also bei einer Temperatur, die etwa 15—20° über der Körpertemperatur des winterschlafenden Tieres liegt; bei dieser Temperatur wäre das Tier aus dem Winterschlafe geweckt worden und hätte dabei die bekannte gewaltige Steigerung seiner Oxydationen gezeigt. Nach Zusatz von Thyroxin steigen die, an sich schon enorm hohen Werte noch weiter an, bis zu einem Maximum bei einer Thyroxinkonzentration von 1.10^{-14}. Die prozentualen Steigerungen des Sauerstoffverbrauches sind durchaus nicht größer als bei den Organen von normalen Säugetieren. Auch ist die optimal steigernde Konzentration nicht gegenüber normalen Tieren verschoben. Die der maximal steigernden Konzentration von 1.10^{-14} folgende, nächsthöhere Konzentration von 1.10^{-13} steigert die biologische Oxydation nur sehr gering. Es erfolgt hier also ein starkes, plötzliches Abfallen der Sauerstoffwerte, das größer ist, als bei Normaltieren.

Versuchsserie II.

Durch Arbeiten im Pharmakologischen Institut zu Münster i. Westf. wurde die bemerkenswerte Tatsache festgestellt, daß die quergestreifte Skelettmuskulatur nach ihrer Reaktion auf bestimmte muskelverkürzende Gifte wie Acetylcholin und Nicotin in zwei Gruppen eingeteilt werden kann. Bei den Muskeln von ausgewachsenen Säugetieren, den Brustmuskeln der Vögel und einigen Muskeln von kaltblütigen Wirbeltieren führen diese Stoffe zu keiner Kontraktur, während die fötale und entnervte Säugetiermuskulatur, die Beinmuskulatur der Vögel und bestimmte Muskelgruppen der Kaltblüter die Verkürzungsreaktion zeigen. Diese zweite Gruppe der quergestreiften Muskulatur ist besonders von S o m m e r k a m p, R ü c k e r t und anderen

Autoren [2]) untersucht worden. Man bezeichnet diese Muskeln im Gegensatz zu den tetanischen Muskeln als tonische Muskulatur. Vergleichende Untersuchungen über den Stoffwechsel tonischer oder nichttonischer Säugetier- und Vogelmuskulatur liegen bereits in zwei Arbeiten aus dem hiesigen Institut vor. Schönfelder [3]) bearbeitete den Kohlehydratabbau in den beiden Zustandsformen der Säugetiermuskulatur und fand, daß sowohl die fötale Muskulatur wie die entnervte Muskulatur von Säugetieren, die zu den Muskeln mit „tonischen Eigenschaften" zu rechnen sind, aus Glukose in erheblichem Umfange Milchsäure bilden, während die Milchsäurebildung aus Glykogen ungefähr von der gleichen Größenordnung ist wie beim normalen Muskel, der aus Glukose nach den Untersuchungen Haarmann's [4]) nur wenig Milchsäure bildet. Der tonische Muskel zeigt hinsichtlich seiner Steigerung der Milchsäurebildung durch Glukosezusatz das Kennzeichen der glatten Muskulatur. Mündelein [5]) prüfte die Beeinflussung der Milchsäurebildung durch zugesetzte Kohlehydrate an der Brust- und Beinmuskulatur der Vögel und stellte gleichfalls ein unterschiedliches Verhalten der tonischen und nichttonischen Muskulatur fest. Die nichttonische Brustmuskulatur entspricht in ihrem Verhalten der ausgewachsenen Kaninchenmuskulatur: geringe oder fehlende Milchsäurebildung aus Glukose und hochgradige durch Glykogenzusatz. Die tonische Beinmuskulatur dagegen baut in erheblichem Umfang Glukose ab, gleichfalls Glykogen. Es zeigte sich ferner, daß das Milchsäurebildungsvermögen der Beinmuskulatur niedriger ist, als das der Brustmuskulatur. Besonders deutlich war dieser Unterschied bei der Muskulatur der Gans.

Die eigenen Untersuchungen wurden vor allem deshalb ausgeführt, um einmal das Verhalten der verschiedenen Organe von Vögeln zu untersuchen, die phylogenetisch sich aus anderen Urformen der Tiere entwickelt haben wie die Säugetiere. Es war ferner mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die beiden Muskelarten sich der Thyroxinwirkung gegenüber grundsätzlich verschieden verhalten. Es wurden deswegen in den Versuchen die Brust- und Beinmuskulatur von Taube und Huhn getrennt verarbeitet.

---

[2]) Literatur bei H. Freund, Klin. Wo. 11, 137, 1932.
[3]) Schönfelder: Inaugural-Dissertation Münster 1933.
[4]) W. Haarmann: Biochem. Zeitschr. 255, 103, 1932.
[5]) Mündelein: Inaugural-Dissertation 1932.

Tabelle 4a: Taube

cmm O_2 pro g u. Std.

Tier	Thyroxinkonzentrationen							Organ	Zusatz
	0,0	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
Taube 1	326	352	350	368	376	394	372	Herz	Glukose
„	484	527	530	546	555	565	508	Leber	—
„	685	717	639	656	677	698	663	Brustmuskel	—
„	606	643	571	580	601	623	590	„	Laktat
„	497	526	452	466	484	504	475	„	Glykogen
„	268	286	290	300	323	350	320	Beinmuskel	—
„	304	340	336	362	390	412	376	„	Laktat
Taube 2	316	342	348	374	396	350	326	Herz	Glukose
„	269	273	275	291	303	275	266	Leber	—
„	491	533	458	466	483	495	468	Brustmuskel	—
„	455	485	441	452	461	474	449	„	Laktat
„	538	577	526	533	544	556	531	„	Glykogen
„	210	231	242	261	270	280	258	Beinmuskel	—
„	232	252	270	294	302	314	288	„	Laktat
„	326	348	364	369	405	390	361	„	Glykogen

Die Versuchsergebnisse sind aus den Tabellen 4 und 5 zu ersehen. Es ist zunächst auffallend, daß die Sauerstoffzehrung der Brustmuskulatur der Taube ungefähr drei- bis viermal so hoch ist, wie die der Beinmuskulatur. Dieser Befund stimmt mit den Erfahrungen Mündeleins überein, der auch für die Beinmuskulatur ein geringeres Milchsäurebildungsvermögen feststellte, als für die Brustmuskulatur. Das Wirkungsbild der Thyroxinwirkung entspricht bei Herz und Leber von Huhn und Taube und der Beinmuskulatur der Taube vollkommen den, bei Verwendung von Geweben von Säugetier und Frosch erzielten Ergebnissen. Das Optimum der Thyroxinwirkung liegt bei Taube 1 bei der Thyroxinkonzentration von 1.10^{-14}, bei Taube 2 für die Beinmuskulatur gleichfalls bei 1.10^{-14}, während bei Herz und Leber von Taube 2 das Maximum bereits bei 1.10^{-15} erreicht ist. Die Konzentrationsempfindlichkeit gegen Thyroxin ist im letzteren Fall also für Herz und Leber größer als für Beinmuskel. Dieses Verhalten entspricht also ganz dem von Rattenorganen, während bei Organen der Kaninchen die

Verhältnisse umgekehrt liegen. Herz und Leber unterscheiden sich von der Beinmuskulatur durch ihre geringere Thyroxinempfindlichkeit; die prozentualen Steigerungen sind hier nicht so ausgesprochen wie bei der Beinmuskulatur.

Tabelle 4b: Taube

O_2 : % v. Kontrollversuch

Tier	Thyroxinkonzentrationen						Organ	Zusatz
	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
Taube 1	108	107	113	115	121	114	Herz	Glukose
„	109	110	113	115	117	105	Leber	—
„	105	93	96	99	102	97	Brustmuskel	—
„	105	93	94	98	101	96	„	Laktat
„	106	91	94	98	102	96	„	Glykogen
„	107	108	112	120	130	119	Beinmuskel	—
„	112	111	119	129	136	124	„	Laktat
Taube 2	108	110	118	125	110	103	Herz	Glukose
„	102	102	108	112	102	99	Leber	—
„	109	93	95	98	101	95	Brustmuskel	—
„	107	97	100	101	104	99	„	Laktat
„	107	98	99	101	104	99	„	Glykogen
„	110	116	125	129	133	123	Beinmuskel	—
„	109	116	126	130	135	124	„	Laktat
„	107	111	113	124	120	111	„	Glykogen

Gänzlich abweichend verhält sich die Brustmuskulatur der Taube. Statt einer Steigerung der Sauerstoffzehrung ist hier nicht nur keine Einwirkung feststellbar, sondern darüber hinaus wird die Sauerstoffaufnahme durch das Thyroxin heruntergedrückt. Lediglich in der stärksten Verdünnung von 1.10^{-18} ist eine geringe Förderungswirkung des Thyroxins nachweisbar. Diese Versuche bilden einen interessanten Beitrag zu der Frage der Stoffwechselverschiedenheit von tonischen und nichttonischen Vogelmuskulaturen.

Die Hühnermuskulatur spricht auf das Thyroxin in anderer Weise an wie die Taubenmuskulatur. Besonders auffällig ist, daß hier das Maximum der Förderungswirkung bereits bei einer

Konzentration von 1.10^{-18} liegt. Mit ansteigender Konzentration geht die Sauerstoffzehrung herunter und schlägt bei der Brustmuskulatur sogar in eine nicht unerhebliche Hemmung um, die bei einer Konzentration von 1.10^{-16} ihr Maximum hat. Bei einer Konzentration von 1.10^{-15} ist die Sauerstoffzehrung bereits wieder stark gesteigert und erreicht hier ein zweites Maximum ungefähr wie bei Herz und Leber desselben Tieres. Bei der Beinmuskulatur ist dieselbe Thyroxinkonzentration von 1.10^{-15} vollkommen unwirksam; auch höhere Konzentrationen steigern nur ganz unwesentlich.

Tabelle 5a: Huhn

cmm 0_2 pro g u. Std.

Thyroxinkonzentrationen							Organ	Zusatz
0,0	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
420	446	448	476	524	508	446	Herz	Glukose
355	378	368	369	400	382	371	Leber	—
244	313	242	224	288	275	249	Brustmuskel	—
211	303	202	188	272	251	229	„	Laktat
322	390	321	295	371	352	331	„	Glykogen
213	236	212	206	202	217	215	Beinmuskel	—
233	270	242	231	230	251	245	„	Laktat

Tabelle 5b: Huhn

0_2 : % v. Kontrollversuch

Thyroxinkonzentrationen						Organ	Zusatz
1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
106	107	113	125	121	106	Herz	Glukose
106	103	104	113	106	104	Leber	—
128	99	92	118	113	102	Brustmuskel	—
144	96	89	129	119	109	„	Laktat
121	100	92	115	110	103	„	Glykogen
116	105	102	100	107	106	Beinmuskel	—
116	104	100	99	108	105	„	Laktat

Versuchsserie III.

Bekanntlich haben sich die Vögel entwicklungsgeschichtlich aus den Reptilien entwickelt. Die Zwischenstufen waren die sog. Flugechsen, bei denen sich im Gegensatz zu den heutigen Vögeln das Wärmeregulationszentrum noch nicht entwickelt hatte. Der Stoffwechsel der unter dem Namen Sauropsiden zusammengefaßten Tiergruppen entspricht sich vollkommen. Es sei hier daran erinnert, daß das Endprodukt des Eiweißstoffwechsels bei den Sauropsiden die Harnsäure ist, bei den Säugetieren dagegen und den Amphibien, aus denen die Säugetiere hervorgegangen sind, der Harnstoff. In den Versuchen Dickels hatte sich gezeigt, daß der Frosch als Amphibium auf das Thyroxin in der gleichen Weise reagiert wie die Säugetiere. Es war daher zu erwarten, daß auch die Stoffwechselwirkung des Thyroxins bei den Reptilien die gleiche war wie bei den Vögeln.

Wie aus Tabelle 6 hervorgeht, ist es auch der Fall. Untersucht wurden als Vertreter der Reptilien zwei Ringelnattern. Die maximale Steigerung der Sauerstoffzehrung durch Thyroxin liegt bei den Reptilien in demselben Konzentrationsbereich wie für die Vögel und auch Säugetiere und Amphibien. Bei Schlange 1 liegt das Maximum bei der Konzentration von 1.10^{-15} Thyroxin, bei Schlange 2 gleichfalls bei 1.10^{-15}, bzw. bei 1.10^{-14}, wie überhaupt bei den beiden untersuchten Schlangen die Konzentrationen 1.10^{-16} und 1.10^{-15} die Sauerstoffzehrung um annähernd den gleichen Betrag steigern. Man kann annehmen, daß das wirkliche Optimum bei einer Zwischenkonzentration von 1.10^{-15} und 1.10^{-14} liegt. Der Gipfelpunkt der Sauerstoffzehrung ist also in unseren Versuchen wohl noch nicht erreicht gewesen.

Tabelle 6a: Schlange (Ringelnatter)

cmm 0_2 pro g u. Std.

Tier	Thyroxinkonzentrationen							Organ	Zusatz
	0,0	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
Schlange 1	210	238	261	279	288	281	269	Muskel	—
„	247	269	295	309	321	315	302	„	Laktat
Schlange 2	304	342	355	382	390	396	366	Muskel	—
„	562	594	623	646	657	648	624	„	Bernsteinsäure

Tabelle 6b: Schlange (Ringelnatter)

O_2 : % v. Kontrollversuch

Tier	Thyroxinkonzentrationen						Organ	Zusatz
	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
Schlange 1	113	124	133	137	134	128	Muskel	—
„	109	120	125	130	128	122	„	Laktat
Schlange 2	113	117	126	128	130	120	Muskel	—
„	106	111	115	117	115	111	„	Bernsteinsäure

Versuchsserie IV.

In der letzten Versuchsserie wurden, wie in der vorangehenden, die Organe von wechselwarmblütigen Tieren untersucht, und zwar wurde das Verhalten der Gewebe von Fischen, in unserem Fall von Karpfen und Goldfisch, geprüft.

Wie aus Tabelle 7 zu erkennen ist, steigert bei den beiden untersuchten Karpfen und dem Goldfisch ein Thyroxinzusatz von 1.10^{-15} die Sauerstoffzehrung des Gewebes maximal. Die Steigerungen sind besonders bei der Karpfenmuskulatur ohne jeden weiteren Zusatz von Brennstoffen ganz gewaltig (61 bzw. 74%); die Förderungswirkung des Thyroxins ist bereits in den Verdünnungen von 1.10^{-18} sehr erheblich. Die Oxydation der Bernsteinsäure ist dem Thyroxin gegenüber wesentlich unempfindlicher. Auffällig sind die niedrigen Werte für die Sauerstoffatmung ohne Zusatz von Brennstoffen. Fische unterscheiden sich hierin besonders von den gleichfalls kaltblütigen Schlangen und vor allem von den winterschlafenden Igeln. Laktat- und Glykogenzusatz führt besonders im Versuch 2 zu einer starken Steigerung der Sauerstoffaufnahme. Eine ganz enorme Vermehrung der Sauerstoffzehrung beobachteten wir durch Zusatz von bernsteinsaurem Natrium. Die Sauerstoffaufnahme beträgt hier das Vierfache der Versuche ohne Zusatz.

Tabelle 7a: Fische

cmm 0_2 pro g u. Std.

Tier	Thyroxinkonzentrationen							Organ	Zusatz
	0,0	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
Karpfen 1	104	115	130	148	167	139	123	Muskel	—
„	111	127	138	155	161	142	128	„	Laktat
„	119	137	146	162	179	156	142	„	Glykogen
„	405	418	445	475	507	449	428	„	Bernsteinsäure
Karpfen 2	79	94	114	131	137	109	97	Muskel	—
„	113	129	146	151	167	142	134	„	Laktat
„	119	130	148	166	182	155	136	„	Glykogen
„	308	323	351	375	400	339	315	„	Bernsteinsäure
Goldfisch	293	308	335	349	393	329	—	Muskel	Bernsteinsäure

Tabelle 7b: Fische

0_2 : % v. Kontrollversuch

Tier	Thyroxinkonzentrationen						Organ	Zusatz
	1.10^{-18}	1.10^{-17}	1.10^{-16}	1.10^{-15}	1.10^{-14}	1.10^{-13}		
Karpfen 1	111	126	143	161	134	119	Muskel	—
„	114	124	139	145	128	115	„	Laktat
„	115	123	137	151	132	119	„	Glykogen
„	103	110	117	125	111	106	„	Bernsteinsäure
Karpfen 2	120	144	166	174	138	123	Muskel	—
„	115	129	134	148	126	118	„	Laktat
„	109	125	140	154	130	115	„	Glykogen
„	105	114	122	130	110	102	„	Bernsteinsäure
Goldfisch	105	114	119	134	112	–	Muskel	Bernsteinsäure

Zusammenfassung.

Die Versuche Dickels über den Einfluß von Thyroxin auf die Sauerstoffatmung überlebender Gewebe von Säugetieren (Kaninchen, Hund und Meerschweinchen) und vom Frosch sind in der vorliegenden Arbeit für eine Reihe von weiteren Tierarten ergänzt worden. Untersucht wurden die Organe von weiteren Säugetieren (Katze, Ratte und einem winterschlafenden Igel), ferner von Vögeln (Taube und Huhn) und von Reptilien (Ringelnatter) und von Fischen (Karpfen und Goldfisch). Die Versuchsergebnisse Dickels, die den Nachweis erbrachten, daß die biologischen Oxydationsvorgänge durch das Thyroxin in einem Konzentrationsbereich von 1.10^{-16} bis 1.10^{-14} maximal gesteigert verlaufen, ließen sich auch an den Geweben von allen oben angeführten Tieren bestätigen. Als abweichend von dieser allgemeinen Regel ließ sich ein verschiedenes Verhalten der Brust- und Beinmuskulatur von Vögeln zeigen: Die Beinmuskulatur der Taube ordnet sich in das allgemeine Schema ein, nicht aber die Brustmuskulatur, bei der das Thyroxin die Oxydationsvorgänge unbeeinflußt läßt, bzw. sie sogar herabsetzt. Dieser Befund liefert uns einen interessanten Beitrag zu der Verschiedenheit der Stoffwechselvorgänge der tonischen Beinmuskulatur und der nichttonischen Brustmuskulatur der Taube.

Zum Schlusse meiner Arbeit danke ich nochmals Herrn Privatdozenten Dr. med. et phil. W. Haarmann für die Ueberlassung des Themas und seine tatkräftige Unterstützung bei der Anfertigung der Doktorarbeit.

Lebenslauf.

Ich, Hubert Wulff, wurde am 6. 10. 1906 als Sohn des Rektors G. Wulff und seiner Ehefrau, Josepha geb. Becker in Buer i. W. geboren. Nach dreijährigem Besuch der dortigen Elementarschule absolvierte ich das Hindenburg-Gymnasium in Buer i. W., wo ich Ostern 1925 das Zeugnis der Reife erhielt. Nach einer halbjährigen Tätigkeit als Baupraktikant studierte ich von Herbst 1925 bis Ostern 1929 an der Technischen Hochschule in Hannover Architektur. Im Sommersemester 1929 begann ich das Studium der Zahnheilkunde an der Universität in Münster i. W.; hier bestand ich nach 3 vorklinischen Semestern im Herbst 1930 das zahnärztliche Vorexamen und erhielt, nach 4 klinischen Semestern, im Dezember 1932 meine Approbation als Zahnarzt.

Seit dem 1. Juli 1933 bin ich bei Herrn Zahnarzt Dr. P. Strumann in Münster als Assistent tätig.